



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 04 219 A 1**

⑤1 Int. Cl.7:  
**G 01 L 5/20**  
G 01 P 3/481  
// B62D 37/00

⑲ Aktenzeichen: 199 04 219.5  
⑳ Anmeldetag: 3. 2. 1999  
㉓ Offenlegungstag: 20. 1. 2000

DE 199 04 219 A 1

⑥6 Innere Priorität:  
198 31 842. 1 16. 07. 1998

⑦1 Anmelder:  
Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,  
DE

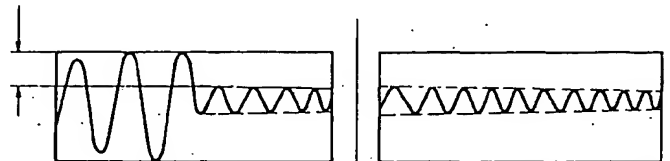
⑦2 Erfinder:  
Gronau, Ralph, 35083 Wetter, DE; Woywod, Jürgen,  
64546 Mörfelden-Walldorf, DE; Burkhard, Dieter,  
67714 Waldfishbach-Burgalben, DE; Ihrig, Hans  
Georg, 64293 Darmstadt, DE; Kienle, Lothar, 68623  
Lampertheim, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 196 17 590 A1  
Vereinfachte Chassisregelung. In: Elektronik,  
17/1998, S.43;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Ermitteln von kritischen Fahrzuständen bei im Fahrbetrieb befindlichen Fahrzeugen

⑤7 Zur Ermittlung von kritischen Fahrsituationen bei Fahrzeugen, die an mindestens einem Rad einen Meßwertaufnehmer aufweisen, mittels dem eine Abstandsänderung zwischen Meßwertaufnehmer und Meßwertgeber erfaßbar ist, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß während des Fahrbetriebs mittels dem Meßwertaufnehmer auf Abstandsänderungen basierende Werte kontinuierlich erfaßt werden, daß die Werte mit entsprechenden Referenzwerten verglichen werden, und daß aus dem Vergleich der zwischengespeicherten Werte und der Referenzwerte auf Kenngrößen für das Vorliegen einer Kippengeigung geschlossen wird (Fig. 2c).



DE 199 04 219 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ermitteln von kritischen Fahrsituationen bei im Fahrbetrieb befindlichen Fahrzeugen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 8.

Bei Fahrzeugen mit hochliegendem Schwerpunkt und/oder geringer Spurbreite, z. B. Lastkraftwagen, Lastzügen, Bussen, Kleinbussen und Geländewagen, ist es bekannt, daß bei Kurvenfahrt mit großer Wankbewegung eine Kippgefahr besteht. Beispielsweise in dem Buch "Fundamentals of vehicle dynamics", T. D. Gillespie, Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale 1992, Kapitel 9, Seite 309-333, auf das in dem vorliegenden Zusammenhang vollumfänglich Bezug genommen wird, sind verschiedene Modelle für sogenannte Überrollunfälle beschrieben. Beginnend mit einem quasistationären Modell für ein starres Fahrzeug über ein quasistationäres Modell für ein gefedertes Fahrzeug bis hin zu dynamischen Modellen unter Berücksichtigung von Wankfrequenzen werden Bedingungen für bestehende Kippgefahren angegeben.

In jüngerer Zeit hat sich gezeigt, daß auch Personenkraftwagen sich seitlich bis zum Umkippen aufschaukeln können. Eine solche Kippgefahr wird durch unsachgemäße Beladung, beispielsweise extrem einseitig oder auf dem Fahrzeugdach, erheblich erhöht, weil die Lage des Massenschwerpunktes des Fahrzeugs nach oben oder zu einer Seite hin verlagert wird. Zudem werden in neuerer Zeit vermehrt Fahrzeuge zugelassen, die als Personenkraftwagen mit relativ hochliegenden Schwerpunkt konzipiert sind, z. B. die neue Fahrzeugklasse der sogenannten "Vans".

Um einen derartigen kritischen Betriebszustand wirksam vermeiden zu können, wäre es wünschenswert

- eine kritische Situation detektieren zu können, und
- auf die Detektion hin geeignete Gegenmaßnahmen treffen zu können.

In herkömmlichen Regelungssystemen, z. B. dem ESP-System (= Elektronisches-Stabilitäts-Programm) der Anmelderin, werden als für kritische Fahrsituationen indikative fahrdynamische Kenngrößen, u. a. die Querbesehleunigung oder die zeitliche Änderung der Querbesehleunigung bereitgestellt. Beispielsweise aus der deutschen Offenlegungsschrift DE-A 196 32 943 "Verfahren zum Betrieb eines Kraftfahrzeugs mit fahrstabilisierenden Bremseingriffen", Daimler-Benz Aktiengesellschaft, ist ein entsprechendes Verfahren zum Betrieb eines Kraftfahrzeugs mit fahrstabilisierenden Bremseingriffen beschrieben, bei dem als einzige für die Fahrzeugkipptendenz um die Fahrzeuglängsachse indikative fahrdynamische Kenngröße die Querbesehleunigung herangezogen wird. Für die Querbesehleunigung ist ein zugehöriger, vorgebbare Kippverhinderungs-Schwellenwert vorgesehen. Bei Kurvenfahrt wird das Fahrzeug durch die an den Reifenauflandsflächen auf der Fahrbahn wirkenden Querkräfte in der Spur gehalten. Der größte Teil dieser Querkräfte wird von den kurvenäußeren Rädern bzw. Reifen aufgebracht. Liegt die bei der Kurvenfahrt auftretende Querbesehleunigung über dem Kippverhinderungs-Schwellenwert, so werden ein oder mehrere Räder durch Aktivieren eines entsprechenden Bremseingriffs in einen Zustand hohen Bremschlupfes übergeführt, wodurch die durch die Reifen übertragbare Querkraft deutlich verringert wird. Infolgedessen können die kurvenäußeren Räder zwar der einwirkenden Querbesehleunigung nicht mehr standhalten, was eventuell eine Vergrößerung des Bahnradius bedeutet, gleichzeitig wird aber auch das Kippmoment verringert und ein Kippen des Fahrzeugs um seine Längsachse verhin-

dert.

In der Offenlegungsschrift DE-A 197 46 889 "Fahrzeugbewegungssteuerungssystem", Aisin Seiki K.K. et al., ist ein System zur Erhöhung der Seitenstabilität eines Kraftfahrzeugs bei Kurvenfahrt beschrieben, bei dem eine Kipperfassungseinheit für das Erfassen einer Kippbewegung einer normalen Achse des Fahrzeugs zu dessen Vertikalachse und eine Kurvenbestimmungseinheit für das Bestimmen eines Kurvenzustandes des Fahrzeugs vorgesehen sind. Zur Berechnung der Fahrzeugkippbewegung bzw. des Fahrzeugkippens wird entweder der Höhenunterschied zwischen rechter und linker Fahrzeugseite oder die Querbesehleunigung des Fahrzeugs erfaßt, um den Wankwinkel zwischen der Fahrzeughorizontalen und der Fahrbahnhorizontalen zu ermitteln. Dabei wird eine Linearität zwischen der Querbesehleunigung  $a_q$  und der durch einen Wankwinkel  $\gamma$  gekennzeichneten Fahrzeugkippfung zugrunde gelegt. Wird von der Neigungserfassungseinrichtung eine Kippgefahr erkannt, wird durch Abbremsen des kurvenäußeren Vorderrades ein gegensteuerndes Giermoment erzeugt.

Dennoch ist festzustellen, daß die Zahl der Versicherungsfälle, bei denen es zum Umkippen von Fahrzeugen des o.g. Typs kommt, ständig zunimmt. Insbesondere ist es dabei oft erforderlich festzustellen, ob ein Produkthaftungsfall vorliegt.

Ein dabei wichtiger Anwendungsbereich ist eine Erkennung eines nicht "on-road" erfolgten Umkippens, d. h. wenn das Fahrzeug an einem Hindernis hängenbleibt und sich dadurch überschlägt. Bei diesem Unfalltypus gilt es herauszufinden, ob der Unfall nur durch konstruktivbedingtes Umkippen auf einer an sich stabilen Kreisfahrt (trotz stabiler Seitenführungskräfte), oder aber durch Rutschen und anschließendes Kippen, z. B. an einem Bordstein, erfolgt ist.

Bereits bekannte Fahrtenschreiber stellen nur einen unzureichenden Teil der für die vorgenannte Beurteilung erforderlichen Informationen bereit.

Aus der DE-OS 44 42 355, auf die im vorliegenden Zusammenhang vollumfänglich verwiesen wird, ist ferner bekannt, daß bei bestimmten Fahrmanövern, z. B. dem schnellen Durchfahren enger Kurven, die auftretenden dynamischen Kräfte zu einer zeitweisen Verformung von Achsteilen führen können. Somit läßt sich ein solcher Fahrzustand anhand dieser Kräfte charakterisieren. Aus dieser Druckschrift ist weiter bekannt, daß ein geeignetes Maß für die elastische Achsverformung die Dicke eines Luftspaltes zwischen Meßwertaufnehmer (Sensor) und Meßwertgeber (Encoder) eines Drehzahlmessers bietet. Sensorische Vorrichtungen zur Erfassung von Raddrehzahlen bestehen in der Regel aus einem inkrementalen Encoder, der mechanisch mit dem drehenden Teil verbunden ist und einen Sensor, der diesen Encoder abtastet. Als Encoder werden meist ferromagnetische Zahnräder, Zahnringe und ferromagnetische Lochscheiben verwendet. Ein solcher Sensor mit einer Ausrüstung zur Erkennung des Luftspaltes wird so justiert, daß die Dynamikbereiche von elastischer Achsverformung und Veränderung der Amplitude des sinusähnlichen Eingangssignales ausreichend übereinstimmen. Danach besteht ein reproduzierbarer Zusammenhang zwischen dynamischer Verformung von Achsteilen und der Veränderung des Eingangssignales, der in Kombination mit gemessenen Einzeldrehzahlen als Giergeschwindigkeitsmesser oder für eine Plausibilitätsprüfung genutzt werden soll. Diese dynamikabhängige Signalveränderung ist der Funktion der Drehzahlmessung überlagert und führt zu keiner Verfälschung dieser beiden Meßgrößen, die gemeinsam im elektronischen Regler dekodiert werden können.

Daher liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erfassen

einer kritischen Fahrsituation eines im Fahrbetrieb befindlichen Fahrzeuges bereitzustellen, die es erlauben, die in Betracht stehenden Situationen mit geringem Aufwand sensieren und beurteilen zu können.

Diese Aufgabe wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch gelöst, daß während des Fahrbetriebs mit dem Meßwertaufnehmer auf Abstandsänderungen zwischen dem Meßwertaufnehmer und dem Meßwertgeber basierende Werte kontinuierlich erfaßt werden, daß die Werte mit entsprechenden Referenzwerten verglichen werden, und daß aus dem Vergleich der Werte und der Referenzwerte auf Kenngrößen für das Vorliegen einer Kippneigung des Fahrzeuges geschlossen wird.

Vorteilhaft werden die so erfaßten Werte der Abstandsänderung und/oder die Kenngrößen in einem Speicher zwischengespeichert. Die zwischengespeicherten Werte werden mit entsprechenden Referenzwerten verglichen, so daß aus dem Vergleich der zwischengespeicherten Werte und/oder aus den verglichenen Kenngrößen auf das Vorliegen der kritischen Fahrsituation geschlossen werden kann. Mit der Zwischenspeicherung der Werte und/oder der Kenngrößen ist die Erkennung eines nicht "on road" erfolgenden oder bereits erfolgten Umklippens nachvollziehbar. Diese Erkennung ist insbesondere aus versicherungstechnischen Gründen geboten, da in solchen Situationen auch eine Umklippverhinderungsfunktion das Fahrzeug nicht mehr stabilisieren kann und somit seitens des Fahrzeugherstellers der Nachweis erbracht werden muß, daß keine Fehlfunktion der Umklippverhinderungsfunktion vorgelegen hat (Produkthaftung).

Im Rahmen der Erfindung wird auch eine Vorrichtung vorgeschlagen, bei der entsprechend ein Meßwertaufnehmer zum kontinuierlichen Erfassen von während des Fahrbetriebs zwischen dem Meßwertaufnehmer und dem Meßwertgeber gemessenen Werten einer Abstandsänderung, Mittel zum Vergleichen der Werte mit entsprechenden Referenzwerten und Mittel zum Bewerten der Ergebnisse aus dem Vergleich der Werte und der Referenzwerte auf Kenngrößen für das Vorliegen einer Kippneigung des Fahrzeuges hin, vorgesehen sind.

Gegenüber dem Stand der Technik zeichnet sich die Erfindung insbesondere durch die folgenden Vorteile aus. Zum einen erfordert die technische Realisierung der Erfindung keine zusätzliche Sensorik und ist daher mit nur relativ geringen Zusatzkosten verbunden. Zudem ermöglichen die gespeicherten Werte eine reproduzierbare Erkennung und Erfassung von kritischen Fahrsituationen, die zum (seitlichen) Umklippen des Fahrzeuges führen können. Die im Rahmen der Erfindung ebenfalls vorgeschlagene Abhebesensorik arbeitet insbesondere unabhängig von der tatsächlichen Schwerpunkt-lage des Fahrzeuges. Zudem ermöglicht das vorgeschlagene Konzept eine zwischen einer Links- und einer Rechtskurve unterscheidende Sensierung.

Die näheren Einzelheiten der Erfindung werden nun im folgenden anhand von Zeichnungen beschrieben. Im einzelnen zeigen

Fig. 1 einen Schnitt durch eine Fahrzeugachse, bei der ein erfindungsgemäß hergerichteter ABS-Radsensor nebst EEPROM zur Zwischenspeicherung der Sensorsignale vorgesehen ist;

Fig. 2a-d typische Signalverläufe eines erfindungsgemäßen Sensors, gemessen an der Vorderachse eines Fahrzeuges bei Durchfahren einer Kurve mit den Stadien Geradeausfahrt 2a, Kurvenfahrt 2b, Kurvenfahrt mit abhebendem Rad 2c, Geradeausfahrt 2d;

Fig. 3 eine Veranschaulichung von Referenzbändern bei konstanten Geschwindigkeits-Kennlinien gemäß der Erfindung;

Fig. 4 eine Fahrsituation kurz vor einem nicht "on road" erfolgenden Rollover (Überschlag).

Bekannte Fahrzeugtypen mit Blockierschutzregelsystemen sind zur Erfassung des Raddrehverhaltens mit Radsensoren ausgerüstet. Ein Beispiel eines solchen Radsensors wird nun anhand der in Fig. 1 gezeigten Schnitzzeichnung näher erläutert. Diese bekannten Sensoren bestehen im allgemeinen aus einem dem Rad zugeordneten Sensorrad 10, 11 (Meßwertgeber) oder im Gummi des Reifens vorgesehenen magnetisierbaren Flächenzonen und einem in einem geringen radindividuell festen Abstand zu diesem montierten Meßwertaufnehmer 12, 13 (im folgenden "Sensor" genannt), der die durch das Sensorrad erzeugten Impulse aufnimmt und sie an eine Recheneinheit 14 (Auswerteschaltung) weiterleitet. Die Drehgeschwindigkeit des Rades steht in einem festen Verhältnis zur im Sensor gemessenen Impulsfolge (Frequenzmessung). Der für jedes Rad aufgrund von Toleranzen radindividuelle Abstand d von Sensorrad und Sensor (im folgenden als "Luftspalt" bezeichnet) beeinflusst die Amplitude des Signals. Bei einer beispielsweise induktiven Kopplung zwischen Sensorrad und Sensor ergibt sich eine feste Abhängigkeit der Signalamplitude des induzierten Signals von der Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades.

Beaufschlagt man ein solches Rad mit einer Querkraft (Seitenkraft), führt dies zu einer Luftspaltänderung zwischen Sensor und Sensorrad (Fig. 1). Der Luftspalt beeinflusst nun das vom Sensor abgegebene Nutzsignal dahingehend, daß ein kleiner werdender Luftspalt eine größere Signalamplitude (Spannung, Feld) erzeugt, wohingegen ein größerer Luftspalt einen Abfall der Signalstärke zur Folge hat. Dieser Effekt wird hier genutzt, um ohne Querkraftsensor über entsprechende Signalstärkenverläufe auf das Rad einwirkende Querkräfte sensieren zu können.

Die mittels des Radsensors 12, 13 erfaßten Daten werden einem Speicherelement 15, vorzugsweise einem Pufferspeicher, zugeführt. Dieser Pufferspeicher kann beispielsweise als EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) oder als EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) ausgebildet sein. Als Durchgangsspeicher ermöglicht er die kontinuierliche Aufzeichnung von Sensordaten, beispielsweise der über einen Zeitraum von vorzugsweise etwa einer Minute, mindestens jedoch einer Sekunde, gewonnenen Daten, wodurch bei einem erfolgten Unfall die innerhalb der letzten Minute gemessenen Daten verfügbar gemacht werden.

Anhand der in dem EEPROM gespeicherten Sensordaten läßt sich auch nach einem erfolgten Unfall noch eindeutig feststellen, ob sich der Unfall etwa durch Rutschen und Kippen an einem Bordstein ereignet hat oder ob andere Ursachen dafür verantwortlich waren.

Bei Kurvenfahrt mit zunehmender Geschwindigkeit, und damit auch zunehmender Querbewegung, steigt an den äußeren Rädern aufgrund der Reibungskräfte (Seitenführungskräfte) zwischen den Reifen und der Fahrbahn die eingeleitete Querkraft kontinuierlich an, da das Straßenmoment in diesem Fall zum Fahrzeug hinweist (Pfeil 24). In der gleichen Situation steigen aber die Querkräfte an den inneren Rädern zunächst an, wobei hier das Straßenmoment vom Fahrzeug wegweist (Pfeil 25), und signalisieren somit eine Kurvenfahrt. Allerdings fallen hier die Querkräfte bei einer bestimmten Querbewegung wieder ab, da dann das Rad abhebt und somit die Querkräfte gleich Null werden. Somit ermöglicht der genannte charakteristische Verlauf der Querkräfte insgesamt die Unterscheidung zwischen "Kurvenerkennung" und "Abhebeererkennung".

Die Fig. 2a-d zeigen die Signalsituationen an der Vorderachse eines frontgetriebenen Fahrzeuges beim Durchfahren

einer engen Linkskurve mit einer Sensoranordnung, wie sie in Fig. 1 schematisch dargestellt ist. Der Einfachheit halber wird vorausgesetzt, daß bei der Fahrt die Fahrgeschwindigkeit relativ hoch ist und nicht vermindert wird. Es ist selbstverständlich, daß der Signalverlauf bei einer Fahrt mit zunehmender Geschwindigkeit zu einer Vergrößerung der Amplitude und einer steigenden Frequenz führt, bis am linken und rechten Rad die in Fig. 2a dargestellte Phase nahezu konstanter Geschwindigkeit erreicht ist. Die Situation vor der Kurve, die Geradeausfahrt, ist in Fig. 2a dargestellt, in welcher die Amplitudenwerte am linken Raddrehzahlmesser L und am rechten Raddrehzahlmesser R bei konstanter Geschwindigkeit etwa gleich hoch sind. Beim Durchfahren der Linkskurve ergeben sich unter quasistationärer Betrachtung Werte gemäß Fig. 2b, nach welcher sich am linken Drehzahlmesser die Amplitude um  $dL$  vergrößert und am rechten Drehzahlmesser um  $dR$  vermindert. Steigt die an den äußeren Rädern eingeleitete Querkraft kontinuierlich an, führt dies am kurveninneren linken Rades, bei einer in Fig. 1 dargestellten Anordnung der Radsensoren, zu einem steilen Anstieg der Amplitude gemäß Fig. 2c aufgrund eines kleiner werdenden Luftspalts, bis dann das Rad abhebt. Dies führt zu einem maximalen Luftspalt  $d$  zwischen dem Meßwertgeber und dem Meßwertempfänger. Die radindividuelle Amplitude fällt stark um  $dL$  abheben ab. Dieser Abfall oder die charakteristische Veränderung des Signalverlaufs der Signalamplitude am inneren Rad dient zur Abhebeerkenennung des Rades. Die radindividuelle Amplitude des äußeren rechten Rades nimmt aufgrund der eingeleiteten Querkraft ab, da das zum Fahrzeug hinweisende Straßenmoment bei der in Fig. 1 schematisch dargestellten Anordnung der Radsensoren eine Vergrößerung des Abstandes zwischen dem Meßwertempfänger 13 und dem Meßwertgeber 11 erzeugt.

Diese radindividuellen Signalverläufe werden an jedem Rad eines vorzugsweise zwei Achsen und vier Räder aufweisenden Fahrzeugs ermittelt und über eine Bewertung aller radindividuellen Kenngrößen (Vergleich der Werte mit den Referenzwerten) und/oder Muster auf die Kippneigung des Fahrzeugs geschlossen. Über eine Bewertung vorzugsweise aller, mindestens aber von zwei radindividueller(n) Signalverläufe(n) z. B. eines Vorderrades zum entsprechenden Hinterrad, kann eine Plausibilitätsprüfung erfolgen, wenn das Fahrzeug fahrzeugspezifische Kippeigenschaften aufweist. Hebt z. B. aufgrund fahrzeugspezifischer Kippeigenschaften das Hinterrad vor dem Vorderrad ab und der radindividuelle Signalverlauf sensiert das Abheben des Vorderrades, werden die einzuleitenden Gegenmaßnahmen in ihrer Wirkung begrenzt und/oder es werden weitere Signalverläufe von anderen Rädern, z. B. von dem auf der gleichen Achse angeordneten Rad, zur Bewertung herangezogen. Ist eine Kippneigung erkannt, werden auf die Bremsen einwirkende Gegenmaßnahmen eingeleitet.

Fig. 2d zeigt den Zustand nach dem Durchfahren der Kurve, wenn ein Kippen des Fahrzeugs aufgrund der festgestellten Kippneigung und der eingeleiteten Gegenmaßnahmen verhindert wurde und sich der ursprüngliche Amplitudenzustand wieder einstellt. Die Relationen  $dL/L$  und  $-dR/R$  sind Größen für die dynamische Fahrzeugbelastung und werden vom elektronischen Regler ausgewertet.

Die vorstehend beschriebenen Signalverläufe sind abhängig von der Änderung des Abstandes zwischen dem Meßwertempfänger und dem Meßwertgeber, welcher sich konstruktionsbedingt mit der Anordnung der Radsensoren am Fahrzeug ändert. So sind z. B. nach einem nicht näher dargestellten Ausführungsbeispiel die Meßwertempfänger der Meßwertgebern unterhalb der Fahrzeugachse gegenüberliegend angeordnet, so daß das Abheben des inneren Rades zu einer

Verringerung des Luftspalts  $d$  führt. Die Amplitude steigt stark an. Dieser, von der Anordnung der Radsensoren abhängige sprunghafte Anstieg der Amplitude dient dann zur Abhebeerkenennung des Rades.

Fig. 3 zeigt drei Kennlinien 16, 17, 19 für die konstanten (Grenz-)Geschwindigkeiten 5 km/h und 200 km/h sowie die Geschwindigkeit 50 km/h über dem Luftspalt (Abszisse) und der Spannung (Ordinate) des Sensorsignals aufgetragen. Erkennbar steigt bei kleiner werdendem Luftspalt, d. h. bei steigender Querkraft, die Spannung des Sensorsignals an. Die Sensorsignalarbeiten sind bei höherer Geschwindigkeit größer, bei niedrigeren Geschwindigkeiten kleiner. Mit  $d$  ist auf der Abszisse der Luftspalt für ein Rad angegeben. Da der Abstand  $d$  (Fig. 1) zwischen Meßwertempfänger und Meßwertgeber, die Sensorempfindlichkeit und dgl. bei quasistationärer Betrachtung bereits Toleranzen aufweist, die bei dynamischer Betrachtung durch Fahrwerkeigenschaften der Fahrzeuge und dgl. zu weiteren Unterschieden bei jedem Rad führen, wird ein Referenzwert bzw. Referenzband (z. B. 26) mit dem beispielweise durch 21 oder 22 oder 23 gekennzeichneten Verlauf während eines querkraftfreien Fahrbetriebs empirisch ermittelt, das alle radindividuellen Betriebszustände berücksichtigt. In dem in Fig. 2c genannten Fall, erfolgt durch das vom Fahrzeug wegweisende Straßenmoment an dem linken Rad eine Verkleinerung des Luftspalts  $d_1$  und damit ein stetiger Anstieg der Sensorsignalarbeit  $U_1$  bis zum Abheben des Rades. Die in das Rad eingeleiteten Querkraften werden gleich Null, der sich vergrößernde Luftspalt  $d_2$  führt zu einem charakteristischen Abfall der Signalstärke  $U_2$  im Moment des Abhebens, der in unkritischen Situationen nicht auftreten kann (Fig. 3).

Eine Recheneinheit 14 vergleicht die Werte mit den Referenzwerten bzw. Referenzbändern 26 und beurteilt nun die im Vergleich der einzelnen Räder gewonnenen Kenngrößen und/oder Muster in bezug auf eine möglicherweise drohende Kippgefahr. Auf der Grundlage von Schwellenwerten oder durch vergleichende Mustereerkennung wird die kritische Fahrsituation erkannt und an einem oder mehreren Rädern eingebremst.

Um die Signalstärken, für jedes Rad einzeln, unter Berücksichtigung der aktuellen Betriebszustände absolut zu eichen, d. h. querkraftfrei radindividuell festzulegen, wird gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung bei jedem Zündungslauf eine Signalstärkenreferenz bzw. ein Signalstärkenreferenzband ermittelt und/oder die bestehenden Signalstärkenreferenzen bzw. ein Signalstärkenreferenzband aktualisiert. Dabei kann beispielsweise die durch den Reifentoleranzabgleich gelieferte Geradeausfahrtinformation (querkraftfrei) dazu verwendet werden, Referenzwerte bzw. Referenzbänder (Fig. 3) aufzunehmen und eine entsprechende Kennlinien zu erstellen.

Zeigen die Kenngrößen und/oder Muster in Abhängigkeit von den aufgenommenen Referenzwerten bzw. Referenzbändern "Rollover"-Muster auf, werden entsprechende kippverhindernde Gegenmaßnahmen von einer Beeinflussungseinheit 18 eingeleitet. Bezüglich dieser Gegenmaßnahmen wird vollumfänglich Bezug genommen auf die beim Deutschen Patentamt eingereichten, aber bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht veröffentlichten Patentanmeldungen DE 198 30 189.8 und DE 198 30 190.1.

Ein weiteres Anwendungsfeld der Erfindung ist die Erkennung eines nicht "on road" erfolgenden oder bereits erfolgten Unkippens. Wenn das Fahrzeug an einem Hindernis "hängenbleibt" und sich überschlägt, kann dies an einem schlagartigen, überproportionalen Signalverlauf erkannt werden. Fig. 4 zeigt die durch den Querkraftsverlauf extreme Signalwertausbildung. Wie dargestellt, steigt die Amplitude bei zunehmender Frequenz (zunehmende Geschwin-

digkeit) kontinuierlich an (26) und geht dann bei einer Geradeausfahrt in einen stetigen Verlauf (27) über (konstante Geschwindigkeit). Bleibt nach Einfahrt in eine Kurve mit kleiner werdender Amplitude (28) aber gleichbleibender Geschwindigkeit und somit Frequenz der Signalwertausbildung das Rad an einem Hindernis "hängen", stellt sich schlagartig ein überproportionaler Querkraftsanstieg ein, der über den sich entsprechend schlagartig vergrößernden Abstand zwischen den Meßwertaufnehmern 12, 13 und den Meßwertgebern 10, 11 erfaßt wird. Die Amplitude verringert sich schlagartig (29). Diese Erkennung ist insbesondere aus versicherungstechnischen Gründen geboten, da in solchen Situationen auch eine Umkipppverhinderungsfunktion das Fahrzeug nicht mehr stabilisieren kann und somit seitens des Fahrzeugherstellers der Nachweis erbracht werden muß, daß keine Fehlfunktionen der Kipperkennung und deren Beeinflussungsvorrichtung vorgelegen hat (Produkthaftung).

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln von kritischen Fahrsituationen bei im Fahrbetrieb befindlichen Fahrzeugen, die an mindestens einem Rad einen mit einem Meßwertgeber zusammenwirkenden Meßwertaufnehmer aufweisen, mittels dem das Fahrverhalten des Fahrzeugs repräsentierende Meßwerte erfaßbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß während des Fahrbetriebs mit dem Meßwertaufnehmer auf Abstandsänderungen zwischen dem Meßwertaufnehmer und dem Meßwertgeber basierende Werte kontinuierlich erfaßt werden, daß die Werte mit entsprechenden Referenzwerten verglichen werden, und daß aus dem Vergleich der Werte und der Referenzwerte auf Kenngrößen für das Vorliegen einer Kippneigung des Fahrzeugs geschlossen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erfaßten Werte der Abstandsänderung und/oder die Kenngrößen in einem Speicher zwischengespeichert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Werte der Abstandsänderung in mit der Abstandsänderung korrelierende Zustandsgrößen umgerechnet werden und diese mit entsprechenden Referenzwerten der Zustandsgrößen verglichen werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzwerte der Abstandsänderungen während eines querkraftfreien Fahrbetriebs in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit gewonnen werden.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergleich der gespeicherten Werte und Referenzwerte mittels einer Mustererkennung erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergleich der Werte mit den Referenzwerten mittels Mustererkennung und/oder Kenngrößen an jedem Rad radindividuell durchgeführt wird und auf eine Kippneigung des Fahrzeugs durch Bewertung aller radindividuellen Muster und/oder Kenngrößen geschlossen wird.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß während einer Kurvenfahrt des Fahrzeuges die Kippneigung anhand einer Rad-Abbeerkennung erfolgt.
8. Vorrichtung zum Ermitteln von kritischen Fahrsituationen bei im Fahrbetrieb befindlichen Fahrzeugen,

- die an mindestens einem Rad einen mit einem Meßwertgeber (10, 11) zusammenwirkenden Meßwertaufnehmer (12, 13) aufweisen, mittels dem das Fahrverhalten des Fahrzeugs repräsentierende Meßwerte erfaßbar sind, gekennzeichnet durch einen Meßwertaufnehmer (12, 13) zum kontinuierlichen Erfassen von während des Fahrbetriebs zwischen dem Meßwertaufnehmer (12, 13) und dem Meßwertgeber (10, 11) gemessenen Werten einer Abstandsänderung (d), Mittel (14) zum Vergleichen der Werte mit entsprechenden Referenzwerten, Mittel (14) zum Bewerten der Ergebnisse aus dem Vergleich der Werte und der Referenzwerte auf Kenngrößen für das Vorliegen einer Kippneigung des Fahrzeugs hin.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch Speichermittel (15) zum Zwischenspeichern der erfaßten Werte der Abstandsänderung und/oder der Kenngrößen.
  10. Vorrichtung nach Anspruch 8 und 9, gekennzeichnet durch eine Recheneinheit zum Aufzeichnen von Referenzwerten der Abstandsänderungen während eines querkraftfreien Fahrbetriebs in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit.
  11. Vorrichtung nach Anspruch 8 bis 10, gekennzeichnet durch eine Recheneinheit zur Durchführung des Vergleichs der gespeicherten Werte und der Referenzwerte anhand einer Mustererkennung.
  12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, gekennzeichnet durch eine Recheneinheit zum Vergleichen der Werte mit den Referenzwerten mittels Mustererkennung und/oder Kenngrößen radindividuell an jedem Rad und die Bewertung aller radindividuellen Muster und/oder Kenngrößen auf eine Kippneigung des Fahrzeugs hin.
  13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der an mindestens einem Rad vorgesehene Meßwertgeber einen Luftspalt aufweisender Drehzahlsensor ist.
  14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß als Speichermittel zum Zwischenspeichern der erfaßten Werte der Abstandsänderung und/oder der Kenngrößen ein Pufferspeicher oder ein Durchgangsspeicher vorgesehen ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

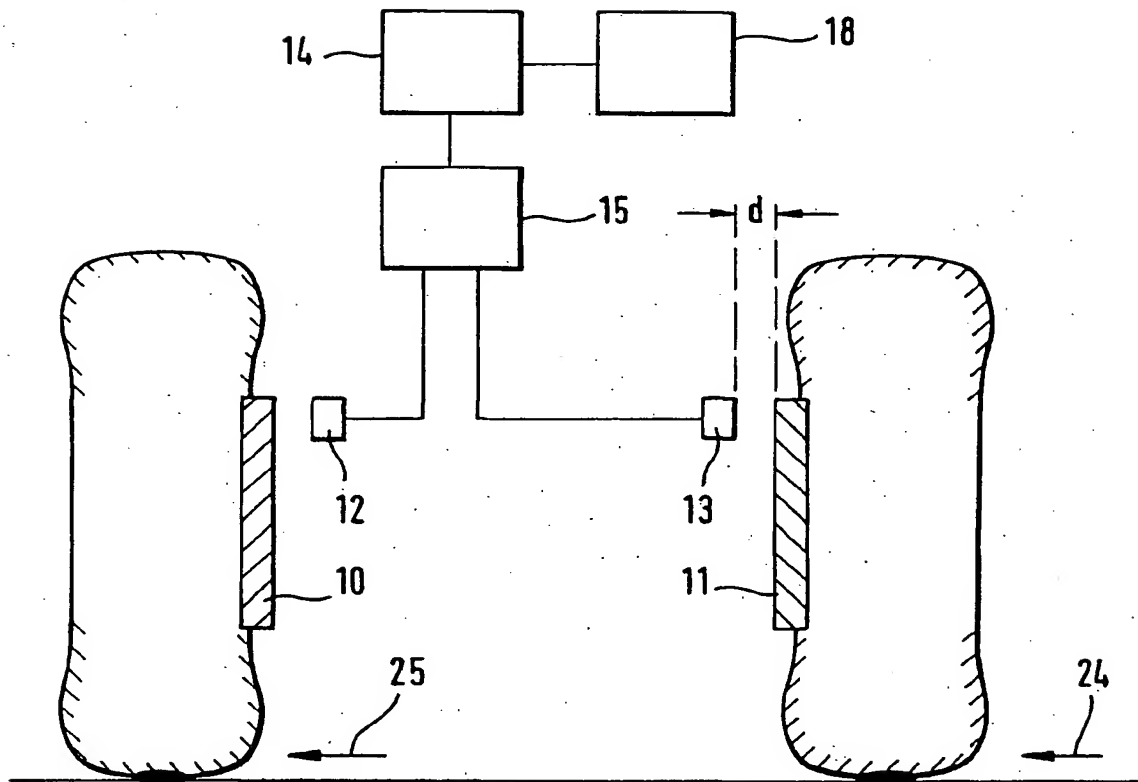
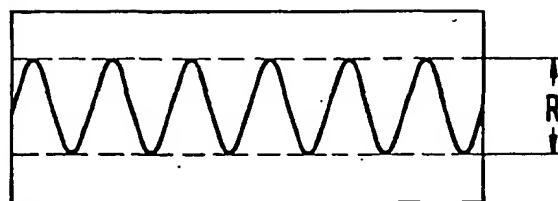
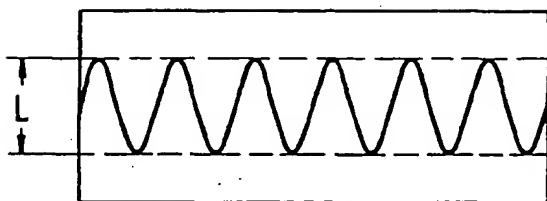


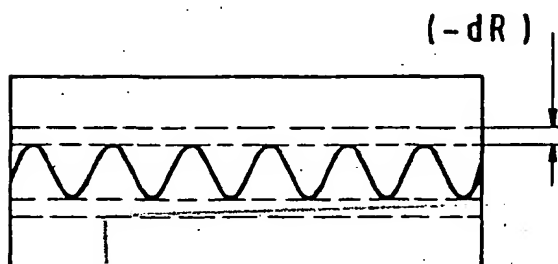
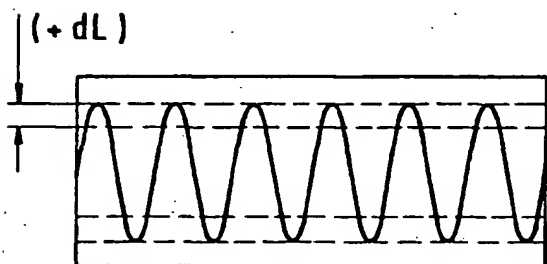
Fig. 1

LINKS

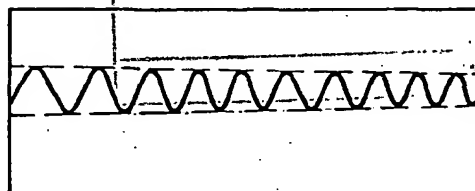
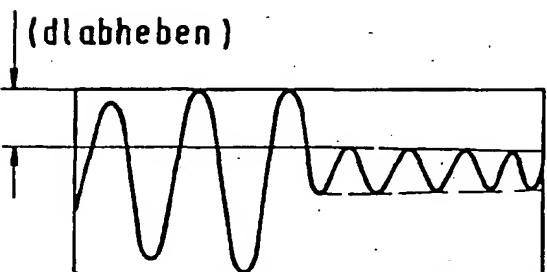
RECHTS



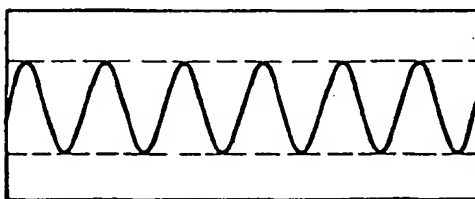
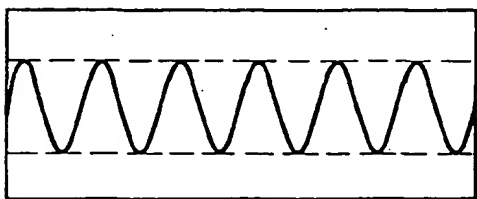
a)



b)



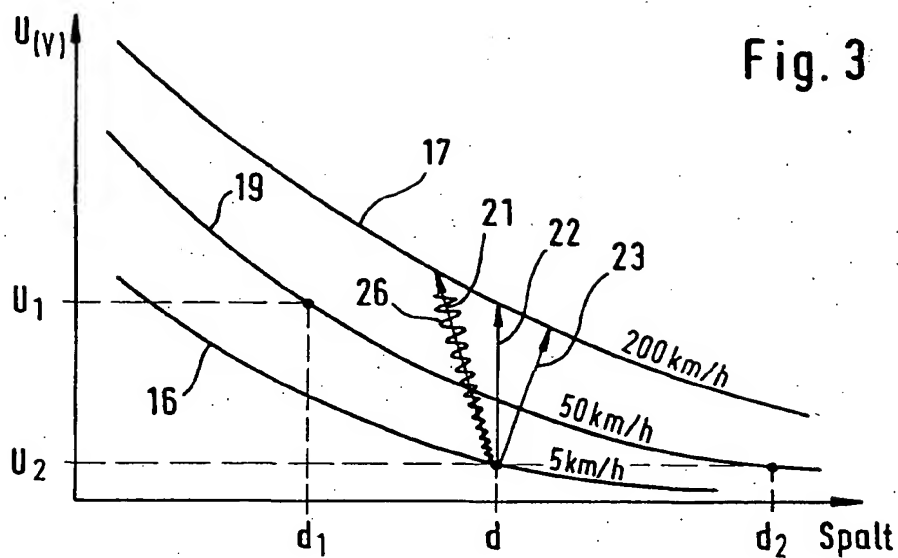
c)



d)

Fig. 2

t



Walter Ottesen  
Patent Attorney  
P.O. Box 4026  
Gaithersburg, MD 20885-4026

Telephone: 301-869-8950

Telefax: 301-869-8929

Attorney Docket No. 203-034

Application Serial No. \_\_\_\_\_

**Fig. 4**

